

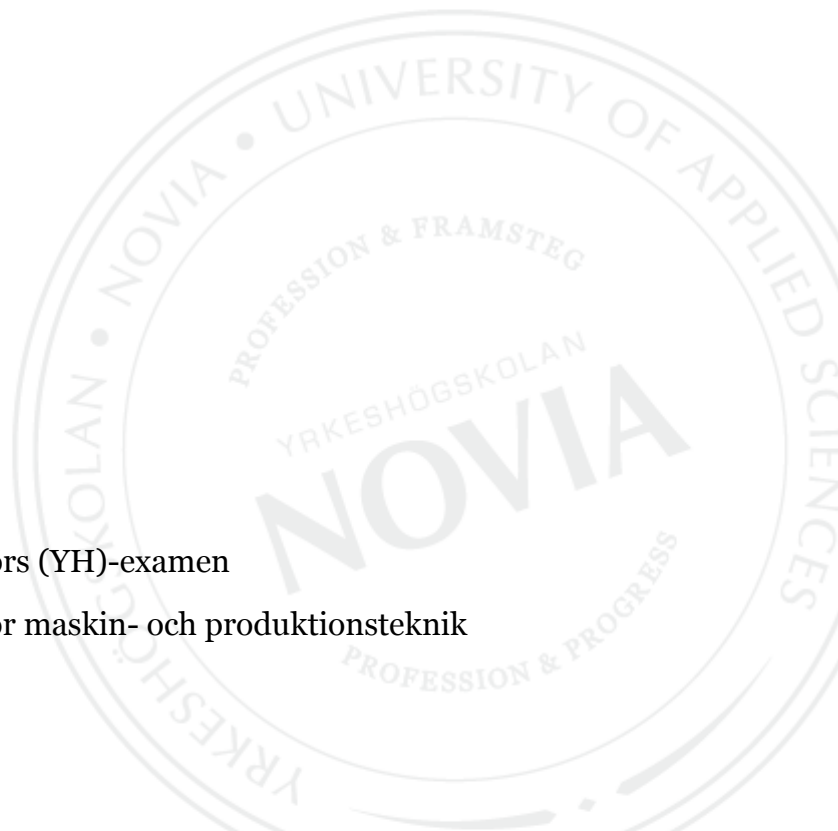
Konstruktion av sågautomat för plaströr

Anders Kannelhovi

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2013



EXAMENSARBETE

Författare:	Anders Kannelhovi
Utbildningsprogram och ort:	Maskin- och produktionsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ:	Maskinkonstruktion
Handledare:	Mikael Ventin

Titel: *Konstruktion av sågautomat för plaströr*

Datum: 10.04.2013

Sidantal: 32

Abstrakt

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av KWH Pipe. Uppgiften var att konstruera en automat som sågar holkar av plaströr. Holkarna används i flera olika konstruktioner inom fjärrvärme, vilket gör att relativt stora mängder produceras. Genom att konstruera en automat som tillverkar holkarna kunde man spara tid och även göra tillverkningsprocessen för arbetarna säkrare.

Gällande konstruktionstekniken, har uppgiften lösts genom att tillämpa en känd systematisk metod, där man genom uteslutning kommer fram till den mest fördelaktiga lösningen. Konstruktionsarbetet har hela tiden följt en kravlista som sammanställts tillsammans med företaget. Där har olika processer som automaten bör utföra presenterats, och även olika önskemål på konstruktionen.

Resultatet var, enligt önskemål från KWH, en 3D-sammanställningsritning med de viktigaste dimensionerna angivna. Konstruktionen är i stora drag färdig planerad, men en mera djupgående detaljplanering vore en bra fortsättning på detta arbete.

Språk: svenska

Nyckelord: sågautomat, konstruktionsteknik

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Anders Kannelhovi
Koulutusohjelma ja paikkakunta:	Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Koneensuunnittelu
Ohjaaja:	Mikael Ventin

Nimike: *Muoviputkien sahausautomaatin suunnittelu*

Päivämäärä: 10.04.2013

Sivumäärä: 32

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on suoritettu KWH Popen mukana. Tehtävä oli suunnitella automaatti, joka sahaa holkkeja muoviputkesta. Holkit käytetään moniin erilaisiin kaukolämpörakenteisiin. Tämän takia monta kappaletta on tehty päivässä. Rakentamalla sahausautomaatti, joka valmistaa holkit automaattisesti voisi säästää aikaa sekä saada turvallisempi valmistusprosessi työntekijälle.

Tehtävään löytyi ratkaisu soveltamalla tunnettua systemaattista menetelmää. Se tarkoittaa, että saadaan edullisin ratkaisu sulkemalla muut pois. Suunnittelu on koko ajan seurannut vaatimuslistaa, joka oli koottu yhtiön kanssa. Vaatimuslista esittelee erilaisia prosesseja sekä toivomuksia, jota automaatilla pitää olla.

Lopputuloksena oli KWH:n toivomuksien mukainen, 3D-kokoonpanopiirustus, missä tärkeimmät mitat on määritelty. Suunnittelu on pääpiirteittäin valmis mutta hyvä jatko olisi saada syvempi yksityiskohtainen suunnittelu erilaisiin osiin.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: sahausautomaatti, suunnittelutekniikka

BACHELOR'S THESIS

Author: Anders Kannelhovi
Degree programme: Mechanical and Production Engineering, Vasa
Specialization: Mechanical Construction Engineering
Supervisor: Mikael Ventin

Title: *Mechanical design of an automatic saw for plastic pipes*

Date: 10.04.2013

Number of pages: 32

Abstract

This Bachelor's thesis has been done in cooperation with KWH Pipe. The task was to design a sawing device that cuts sleeves out of plastic pipes. Since the sleeves are used in many different district heating systems, a large amount is manufactured daily. By constructing a device that could manufacture sleeves automatically, time could be saved and a more secure work environment established.

Regarding the construction principle, the task was solved by applying a well-known systematic method which consists of different exclusion principles. Thereby the most profitable solution was reached. The design work has, during the whole process, been following a list of demands which was made in cooperation with the company.

The outcome of this thesis was, according to wishes from KWH, a 3D-assembly drawing presenting the most relevant dimensions. The construction itself is largely planned but a more in-depth design of details would be a good continuation of this work.

Language: Swedish

Key words: automatic saw, construction engineering

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Problemområde.....	2
1.3	Syfte.....	2
1.4	Avgränsning.....	2
1.5	Företagsbeskrivning.....	3
1.6	Disposition.....	4
2	Problemformulering.....	5
2.1	Kompatibilitet.....	5
2.2	Kravlista.....	6
2.3	Funktionsstruktur.....	7
3	Teori.....	7
3.1	Ritprogram.....	8
3.2	Tidigare lösningar.....	8
3.3	Konstruktionsteknik.....	10
4	Metod.....	12
4.1	Mätmetoder.....	12
4.1.1	Lasermätning.....	13
4.1.2	Mekanisk gränslägesbrytare.....	14
4.1.3	Induktiv sensor.....	14
4.2	Frammatning.....	15
4.2.1	Transportband.....	16
4.3	Fastspänning.....	18
4.4	Kapning.....	18
4.5	Slitsmetod.....	19
4.5.1	Kniv.....	20
4.5.2	Cirkelsåg.....	20
4.6	Styrning.....	21
5	Lösningar.....	22
5.1	Kombination av lösningar.....	23
5.2	Slutliga lösningen.....	25
5.2.1	Transportbandet.....	25
5.2.2	Fastspänning.....	26
5.2.3	Kapning.....	26
5.2.4	Slitsning.....	26

6	Utvärdering.....	30
6.1	Funktion	30
6.2	Konstruktion	30
6.3	Fortsatt forskning och förbättringsförslag	31
6.4	Avslutning.....	31
7	Källförteckning.....	32

1 Inledning

Mitt examensarbete utfördes vid KWH Pipes plastavdelning i Vasa. Företaget var för mig bekant sedan tidigare då jag varit anställd som metallsvetsare sommaren 2012. Eftersom detta var början till mitt sista studieår och jag var i behov av ett examensarbete, hade jag kontakt med några arbetsledare. Genom plastavdelningens förman, Petri Pirkola, dök det upp ett intressant projekt som gick ut på att planera en sågautomat för holkar av plaströr.

1.1 Bakgrund

I dagsläget kapar och slitsar man alla holkar för hand i olika typer av sågar. Dessa holkar används i många olika applikationer vid tillverkning av fjärrvärme rör, vilket medför att det alltid är stora partier som ska sågas. Eftersom tillverkningsprocessen av holkarna är relativt enkel, vore det fördelaktigt med en konstruktion där rören sågas till färdiga holkar automatiskt. På KWH har man inte använt sig av liknande lösning tidigare. Det har dock funnits i tankarna att köpa eller konstruera en såg av detta slag. Figur 1. Är en bild på hur en slitsad holk ser ut.



Figur 1. Färdig holk.

1.2 Problemområde

Ett av problemen med att konstruera en automatisk såg av detta slag är att få transportbandet och sågen att fungera tillsammans, så att rätt sekvens utförs vid rätt tillfälle. Design av transportbandet är även en utmaning eftersom plaströren är ganska ömtåliga och deformeras lätt, men ändå måste vara ordentligt fastspända när sågningen utförs. Transportbandet bör även ha en mätanordning som talar om för frammatningen till sågen när röret ska kapas till önskad längd.

Själva automaten får inte heller bli för stor eftersom det finns begränsat med utrymme i hallen. Hos KWH ansågs det önskvärt att sågen även kunde användas manuellt till att endast såga av rör. Eftersom automaten ska klara av att såga rör av olika dimensioner ställer detta ytterligare krav på hur transport, fastspänning och kapning ska lösas.

1.3 Syfte

Huvudsyftet med detta examensarbete var att planera och konstruera en holksågningsautomat. På KWH ville man effektivera tillverkningen av holkar samt göra processen säkrare för arbetarna. Genom att effektivera tillverkningen av dessa holkar kunde produktiviteten höjas. Examensarbetet skall i stora drag beskriva en lösning på hur en såg av detta slag kunde konstrueras.

1.4 Avgränsning

Konstruktion av sågautomat har avgränsats till endast teoretisk planering, det ingick inte att jag skulle bygga automaten. Arbetet kunde byggas på genom att även beakta hur de kapade rören slitsas, gradas och fasas. I mitt fall avgränsades planeringen till hur rören kapas och slitsas. En önskan var även en lösning på hur de kapade rören skulle tas undan.

Råmaterialet som bitarna kapas från är i dimensionsområdet $\varnothing 100$ mm – $\varnothing 331$ mm och en längd mellan ungefär 6,5 m – 12 m. De färdiga holkarna kommer att ha en längd av 450 mm – 1000 mm.

1.5 Företagsbeskrivning

KWH Pipe, som är ett dotterbolag till KWH Group, är ett världsledande företag inom produktion och utveckling av plaströrssystem. De har verksamma produktionsenheter i Europa, Sydöstra Asien och Nordamerika. KWH Pipe tillverkar i huvudsak rör gjorda av PE¹, PP² och PVC³. De har rör som lämpar sig för bland annat vatten, avloppsvatten, gas och bevattningsanordningar. I dagsläget har KWH Pipe en omsättning på 234 miljoner euro och ungefär 1238 anställda.

Deras produktion av plaströr tog sin början år 1955 men historien om företaget sträcker sig tillbaka till slutet av 1920 -talet. Till en början koncentrerade sig företaget endast på timmerindustrin, men allteftersom plasten blev vanligare, kom detta område att bli deras framtid. År 1976 kom KWH Pipe att bli det första företaget i världen som producerade plaströr med en diameter upp till 1600 mm. De har även utvecklat Weholite, ett patenterat lågviktsrör som kan tillverkas i en diameter upp till 3,5 m. (About KWH Pipe, 2008)

Det blev nyligen klart att Uponor, som likt KWH Pipe även har lösningar för fjärrvärmesystem, kommer att ingå samarbete med KWH Pipe. Fusionen offentliggjordes 21.09.2012, Uponor äger sedan dess 55,3 % av KWH Pipe. Det nya gemensamma bolaget heter Uponor Infra Oy. Avsikten med affären är att stärka lönsamheten samtidigt som man fortsätter att erbjuda kunderna konkurrenskraftiga produkter av hög kvalitet. Det har dessvärre nyligen (25.02-13) blivit bestämt av konkurrensverket att fusionen inte kommer att tillåtas. Detta på grund av att fusionen skulle medföra en minskad konkurrens på marknaden i Finland. (Uponor och KWH-koncernen offentliggör en fusion av sina infrastrukturverksamheter, 2012)

¹ Polyeten, högelastisk plast

² Polypropen, en av de vanligaste termoplasterna

³ Polyvinylklorid, styv plast

1.6 Disposition

Här förklaras innehållet i varje kapitel kort och vad som tagits upp i de olika delarna.

- Kapitel 1 är en kort introduktion där jag presenterar bakgrunden, syftet, avgränsning, problemområde och även en kort företagspresentation.
- Kapitel 2 beskriver problemet mera fördjupat och en funktionsstruktur presenteras.
- Kapitel 3 byggs upp av teorin bakom arbetet där jag berättar om konstruktionsteknik och kort om CAD-programmet jag använt som hjälpmedel.
- Kapitel 4 beskriver olika metoder för att lösa problemen och förslag på lösningar.
- Kapitel 5 presenterar lösningarna jag sammanställt och vilken av dem som slutligen väljs.
- Kapitel 6 beskriver vad som gjorts och är diskussion om resultatet.
- Kapitel 7 innehåller en källförteckning.

2 Problemformulering

Åtgången av holkarna på KWH Pipe är stor, ofta sågas de från en mängd olika dimensioner av rör. Automaten bör därför utan större justeringar kunna användas för de olika storlekarna. Önskvärt vore att designen utformas så att den direkt passar för alla slags rör som krävs.

2.1 Kompatibilitet

Eftersom automaten utan problem skall klara av att såga rör med olika dimensioner bör transportsbandet, mätanordningen och fastspänningen konstrueras utifrån detta. Transportbandet bör även formas så att det passar ihop med sågen. Automaten önskas även kunna arbeta så självständigt som möjligt, efter att råmaterialet har satts på bandet skall automaten sköta resten.

2.2 Kravlista

Nedan i tabell 1 har jag ställt upp en kravlista på konstruktionen.

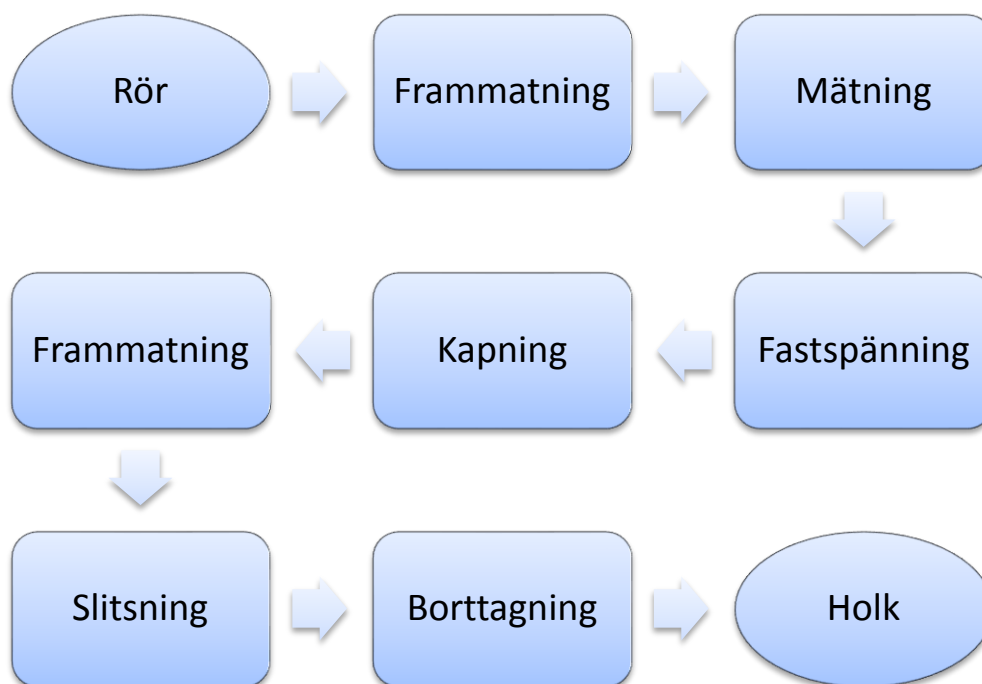
Tabell 1. Kravlista

KWH Pipe		Kravlista för konstruktion av holksågautomat
Ändringar	K/Ö*	Krav
		<u>1.Dimensioner</u>
		Råmaterialet:
	K	Längd: 6500 – 12000 [mm]
	K	Diameter: 100 – 331 [mm]
		Holkarna:
	K	Längd: 450 – 1000 [mm]
	K	Längdolerans: +/-20 [mm]
		Sjävla automaten:
	Ö	Konstrueras så kompakt som möjligt
		<u>2.Rörelser</u>
	K	Automatisk frammatning av rör
	K	Automatisk fastspänning
	K	Automatisk kapning
	K	Automatisk slitsning
	Ö	Automatisk borttagning av den färdiga holken
		<u>3.Energi</u>
	Ö	Elektrisk och/eller pneumatisk
		<u>4.Säkerhet</u>
	K	Operatörens säkerhet

*K står för krav, Ö står för önskan

2.3 Funktionsstruktur

För att förstå problemen och få en god översikt om vad automaten skall utföra och hur många steg som involveras innan man har en färdig holk, är det en bra idé att fundera ut en funktionsstruktur. Det går ut på att man tänker sig råvaran som sådan och processerna den kommer att genomgå. I figur 2. har jag ställt upp en möjlig funktionsstruktur för holksågsautomaten.



Figur 2. Funktionsstruktur.

3 Teori

Vid konstruktion av holksågningsautomat har jag valt att följa en liknande process som använts i skolans kurs Konstruktionsteknik. Den går i huvudsak ut på att man systematiskt arbetar sig fram till den mest fördelaktiga lösningen. Ritningar och skisser har utförts i 3D-ritprogrammet Siemens UGS NX.

3.1 Ritprogram

Ett mycket kraftfullt verktyg som kommer väl till användning vid konstruktion och design är CAD-program, från engelskans Computer-aided design. Man använder sig av datorprogram för att skapa objekt, antingen 2- eller 3-dimensionellt. Efter att detaljen ritats upp i datorn kan man enkelt kontrollera passform mellan flera objekt. I industrin sparar detta tid och stora kostnader eftersom man inte direkt måste tillverka detaljen för att få se resultatet.

Programmet jag använt mig av för att skapa 3-dimensionella vyer av resultatet heter NX 6.0. Det är ett CAD-program gjort av företaget Siemens. NX är ett effektivt verktyg när man skall skapa komplexa detaljer i tre dimensioner. Uppbyggandet av 3D-modeller sker genom att man först ritat en skiss i 2D och kan sedan extrudera skissen på djupet. När alla delritningar är klara, gör man en så kallad assembly, där man plockar ihop alla detaljer till en helhet. (NX Overview Brochure, 2013)

3.2 Tidigare lösningar

För att utvidga egna idéer och lösningar har jag försökt hitta liknande konstruktioner, främst på Internet. Det finns en hel del modeller av transportband som innehåller mätandordning och frammatning av råmaterialet, men mycket liten del av dessa är anpassade för rör.

Ett företag som tillverkar transportband och samtidigt vore möjligt att använda i mitt fall heter TigerStop. Deras produktion befinner sig i Washington, USA och de har lösningar för frammatning och styrning av en såg i samma enhet. Huvudet på frammatningsenheten kan bytas ut så att det passar för rör. Man har även möjlighet att spara upp till 2000 olika längder. I figur 3. finns en bild på deras transportband.



Figur 3. TigerStop transportanordning.

Det vore ur många synvinklar fördelaktigt att använda sig av detta transportband. Nackdelarna är däremot kostnaden och begränsningen av utrymme. För att transportbandet av denna typ skall klara hela råmaterialets längd, 12 m, skulle kostnaderna uppgå mot ca 17 000 €. Längden på detta transportband skulle även bli betydligt större än vid den konstruktion jag har tänkt använda mig av. Det visade sig även att man på KWH använt sig av denna typ av transportband på metallavdelningen, men utan större framgång. Arbetarna ansåg det för långsamt när mindre serier skulle sågas så det såldes bort hösten 2012.

3.3 Konstruktionsteknik

Tillvägagångssättet när en ingenjör skall konstruera någonting är i huvudsak att tillämpa sina tekniska kunskaper och färdigheter för att lösa ett problem. Lösningarna optimeras därefter utgående från material, teknologi, ekonomi och miljö.

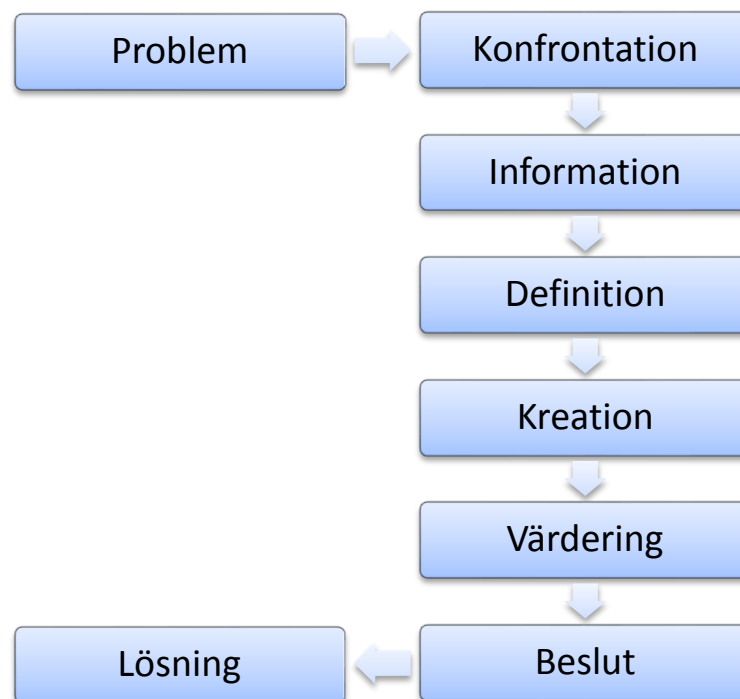
För att systematiskt komma fram till en bra lösning på ett problem är några av de viktigaste sakerna man behöver ha:

- Definierat ett mål, individuella delmål och deras betydelse. Detta leder till motivation att lösa uppgiften och ger bra insikt i problemet.
- Kartlagt avgränsningen.
- Slingrat fördomar så att inte beslut tas innan man blivit medveten om deras relevans i lösningen. Då har man möjlighet att finna många olika lösningar.
- Olika varianter på lösningar för att hitta ett antal möjliga kombinationer där till slut den bästa kan väljas ut.
- Värderingar baserade på målen och deras villkor.
- Ta beslut genom utvärderingar. Utan beslut och erfarenhet av deras konsekvenser kommer man ingen vart.

(Engineering Design, s.53)

När man konstruerar någonting och stöter på ett problem kommer sällan lösningen i rätta tillfället. Det är även mycket individuellt hur olika personers lösningar ser ut och är tänkta att tillämpas. Till stor del beror detta på deras tidigare talanger och erfarenheter, vilket kan vara en nackdel eftersom vissa lösningar som kan vara fördelaktiga kanske förbises av förutfattade idéer. Därför är det mer lämpligt att man använder sig av en uttänkt metod och tar sig an problemet steg för steg. Det är sällan ett problem löses som helhet, mer vanligt är att man delar det i mindre, behandlingsbara delar och först analyserar dessa.

Även om processen följer en uppgjord plan behöver man ha frihet i planeringen och möjlighet att förverkliga sin egen optimerade arbetsstil. Man skall också ha friheten att välja källor varifrån information tas. Eftersom alla människor tänker väldigt individuellt är det till stor fördel att kombinera flera personers lösningar och erfarenheter. Genom samarbete kan slutligen den mest fördelaktiga lösningen väljas. En optimal lösning uppfyller alla krav i kravlistan och även de flesta önskemålen. Den skall även vara möjlig att genomföra av företaget inom bestämmelserna för budget och utrymmen. I figur 4. syns ett processchema för hur problemlösningsprocessen generellt utförs. (Pahl, Beitz, Feldhusen & Grote 2007:55)



Figur 4. Processchema vid problemlösning.

4 Metod

I följande kapitel presenteras olika förslag på hur delprocesserna i automaten kan lösas. Jag berättar också kort om deras funktion och tar även deras för- och nackdelar i beaktande. Metoderna som tagits i beaktande har jag själv valt och tänkt att de vore möjliga att tillämpa i praktiken.

4.1 Mätmetoder

I dagens läge finner man en mängd olika metoder att mäta längd och avstånd. Beroende på användningsområde lämpar sig vissa metoder bättre än andra. Jag har undersökt några olika metoder som vore lämpligt vid mätning av rörens längd i mitt fall.

Några krav som ställs på mätutrustningen är att det sågade röret befinner sig inom KWH:s toleransområde. Som vid nästan alla konstruktioner vill man även hitta en så ekonomisk lösning som möjligt, den bör med andra ord vara i en realistisk prisklass. Som jag nämnt tidigare har man inte speciellt snäv tolerans på delar av detta slag. Eftersom dessa holkar i stort sett endast fungerar som ett skal har inte längden så stor betydelse. Detta är förstås bra ur min synvinkel som konstruktör eftersom det ger många fler möjligheter till att lösa mätningen av holkarnas längd.

Eftersom rören kommer att matas fram på ett transportband vore en lösning att mätningen gjordes på en rulle. Ett problem vid mätning som utförs på själva transportbandet är att plaströr är relativt hala och kan därför slira på bandet, vilket ger upphov till att röret sågas till fel längd. Det vore i mitt fall kanske mera fördelaktigt att mätningen sker direkt på plaströret så att oberoende hur mycket slirning som uppstår, kommer röret alltid att matas fram till rätt längd.

4.1.1 Lasermätning

Mätning med hjälp av laser är känt sedan år 1968. Genom att sända ut en laserpuls mot ett objekt kan tiden det tar för pulsen att komma tillbaka mätas. Liksom hos alla optiska givare är en nackdel att de känner av alla objekt. De kan utsättas för föroreningar såsom damm, splitter och olika smörjmedel. Detta medför i sin tur att mätningen ger felaktigt resultat.

En fördel med dessa sensorer är noggrannheten, lasermätning kan utföras med en tolerans på 1 mm, vilket i mitt fall räcker mer än väl. En annan bra egenskap med laser är att strålen inte sprids utan mäter precis på det område som den riktats mot. Priset på en lasermätare är i jämförelse med de andra alternativen aningen dyrare. En typ av lasersensor syns i figur 5. (Laseravståndsmätare, 2012)



Figur 5. Lasersensor.

4.1.2 Mekanisk gränslägesbrytare

En annan metod vore att fästa en mekanisk givare som bryter signalen och stannar matningen av transportbandet. Denna typ av givare är mycket pålitlig och störs inte i lika stor grad av föroreningar och liknande. Viktigt vid montering med sensorer av denna typ är att placeringen är kritisk för att signalen skall brytas eller aktiveras vid rätt tillfälle. (Gränslägesbrytare, 2013)

Nackdelen i mitt fall vid användning av sådan brytare är att den måste flyttas varje gång en ny längd skall kapas. En lösning på detta problem vore förstås att man placerade ut så många gränslägesbrytare som det finns olika mått på holkar. Detta skulle även underlätta vid programmering av automaten. I figur 6 visas en mekanisk gränslägesbrytare.



Figur 6. Mekanisk gränslägesbrytare.

4.1.3 Induktiv sensor

Induktiva sensorer används idag i mycket stor utbredning, jämfört med mekaniska brytare erbjuder dessa i stort sett ideala förutsättningar för användning i industrin. Dessa sensorer är mer eller mindre okänsliga mot vibrationer, smuts och fukt. En av de största fördelarna är däremot att de jobbar beröringsfritt, vilket gör dem slitagefria.

Induktiva sensorer fungerar genom att ström leds till en kondensator och en spole som startar en oscillator. Spolen bygger därmed upp ett högfrekvent magnetfält som riktas ut från sensorn. Om ett elektriskt ledande föremål kommer inom sensorns arbetsavstånd, oftast mellan 2 – 20 mm, dras energi från oscillatoren. Detta medför att oscillerandet dämpas, vilket i sin tur leder till förändrad strömförbrukning. Genom elektronisk utvärdering fås en signal som kan betraktas likt av och på.

I mitt fall kunde denna typ av sensor användas genom att t.ex. låta den räkna antalet hål som passerar på en metallskiva, som i sin tur vore fäst på en rulle på transportbandet. På detta sätt kunde längden av plaströret mätas med acceptabel noggrannhet. En fördel med denna sensor är priset och den uppsjö av alternativ på storlek, noggrannhet och form. Ett exempel på hur en induktiv givare kan se ut syns i figur 7. (Induktiv sensor, 2012)



Figur 7. Induktiv sensor.

4.2 Frammatning

För att rören skall matas fram till sågen krävs någon typ av transportanordning. Denna måste konstrueras så att rören alltid hamnar på samma plats i sågen så, att fastspänning kan ske utan problem. Det är även genom frammatningen som längden av rören bestäms så måtanordningen styr till viss del transportbandet. Det finns en mängd olika lösningar på hur transportbandet kunde se ut. Eftersom automaten skall bli så självständig som möjligt bör bandet konstrueras så att rören inte rullar av eller på annat sätt blir felplacerade.

4.2.1 Transportband

För att röret skall ligga bra på plats kunde en lösning vara att rullarna har en form liknande två konor med topparna fästa i varandra. Man kunde då placera ut ett antal rullar av denna form, vilka röret sedan vilade på. Frammatningen skulle sedan drivas av en elmotor som vore kopplad till dessa rullar. Rullarna bör vara tillverkade av sådant material att röret inte slirar. Formen på rullarna måste även konstrueras så att alla dimensioner av rör är kompatibla. En skiss på denna typ av lösning finns i figur 8. I denna figur ses ett plaströr med diametern 331 mm.



Figur 8. Skiss av plaströr på en typ av transportband.

När jag letade på Internet efter en lösning liknande den som beskrivits ovan fann jag några företag i USA som tillverkar rullar av detta slag. Den design som tilltalade mig mest syns i figur 9. En fördel med denna typ är att själva rullen sitter fast i en genomgående axel som syns på bilden. Matningen av röret kunde i så fall lösas relativt enkelt om man kunde förlänga axeln och fästa ett kugghjul för exempelvis kedjedrift. Företaget tillverkar dessa enligt önskemål.



Figur 9. Rulle för rör.

4.3 Fastspänning

När röret matats fram till rätt längd skall det därefter spännas fast så att kapningen kan utföras. Eftersom man i stor grad använder sig av pneumatisk utrustning på KWH vore det fördelaktigt att fastspänningen fungerade med tryckluft. Anordningen bör även konstrueras så att den passar för alla rördimensioner i kravlistan.

En lösning vore att fästa en pneumatisk, dubbelverkande cylinder lodrätt ovanför röret nära sågen. I cylindern fästs därefter ett vinkeljärn av passande storlek. När röret matats fram till rätt längd aktiveras sedan cylindern och pressar fast röret med lämplig kraft, röret får inte deformeras för mycket. När kapningen är utförd åker cylindern upp igen. Kraften som cylindern pressar med kunde enkelt styras genom en tryckregulator, med vilken man kan ställa in hur stort lufttryck cylindern tillförs.

4.4 Kapning

När röret matats fram till rätt längd med hjälp av transportbandet skall det sågas av. För att välja rätt typ av såg hade jag kontakt med samma återförsäljare som KWH Pipe tidigare använt sig av. Återförsäljaren är belägen i Tammerfors och heter Keyway Oy. De säljer en mängd olika maskiner i huvudsak för industribruk. Eftersom röret som holken skall sågas från är mellan Ø100 mm – Ø331 mm bör detta tas i beaktandet vid val av såg. Det visade sig snabbt att en typ av bandsåg bör användas. Ett alternativ hade varit att använda en cirkelsåg men denna typ finns i allmänhet inte att fås upp till min typ av dimension. Dessvärre klarade deras minsta bandsågmodell en diameter upp till 315 mm. Detta medförde att nästa modell i serien måste användas. Den såg som måste användas sågar rör ända upp till diametern 630 mm. Det var otur att den mindre modellen inte kunde användas eftersom den är betydligt billigare och kräver mindre utrymme. Den större modellen som Keyway rekommenderade heter SJC 630. Det är en såg speciellt framtagen för kapning av plaströr och andra icke- metalliska material. Sågen möjliggör justering av matning, bandets hastighet och vinkel. I figur 10. finns en bild på hur sågen ser ut.



Figur 10. Bandsåg modell SJC630.

4.5 Slitsmetod

När röret har kapats till önskad längd var även kravet att det vid behov skall slitsas. Detta innebär att röret på något sätt kapas upp så att det kan trädas runt exempelvis ett metallrör. Som tidigare nämnt är nuvarande metod på KWH att använda sig av en cirkelsåg där röret manuellt förs över sågen. En nackdel som uppstår vid användning av cirkelsågen är spånorna som blir kvar fast i röret. När holken har trätts runt ett metallrör skall det åter fogas ihop med hjälp av en plastsvets. Spånet måste tas bort innan svetsning kan utföras, vilket oftast görs med hjälp av en kniv. Om automaten kunde konstrueras att utföra slitsningen utan att spånor uppstod kunde tid sparas. Ett problem som uppstår vid alla alternativ är att bara vissa rör skall slitsas. Verktyget som utför slitsningen bör därför ha en möjlighet att kunna utebli vid behov.

4.5.1 Kniv

Ett alternativ till hur slitsningen kunde utföras vore att fästa en kniv i transportbandet efter sågen. Den tillsågade holken skulle sedan pressas över kniven eller tvärtom. Risken med denna metod är att röret kan vika sig undan om kniven inte är tillräckligt vass. Positivt med användningen av en kniv är att man slapp problemet med spånor som uppstår efter sågning. Denna metod vore även mycket tystare och energisnålare. Om det visade sig att kniven har problem att skära genom röret kunde den även tillföras värme så att röret smälter lite vid kontakt med kniven. Om kniven är varm är det däremot risk att röret åter limmas ihop efter slitsningen.

4.5.2 Cirkelsåg

En annan metod vore att integrera en cirkelsåg i systemet. Resultatet vore då samma som nuvarande. Cirkelsågen skulle även kräva styrning så att den startar i rätt tillfälle. Nackdelar jämfört med att använda en kniv är att sågen kostar betydligt mer. Däremot ger sågen garanterat ett bra snitt bara röret hålls på rätt plats och har jämn matning.

Efter att rören kapats till önskad längd var även kravet att de vid behov skall slitsas. Denna process kräver också någon typ av frammatning. Konstruktionen av detta bestäms till stor del av hur själva slitsningen utförs, om t.ex. en kniv eller en cirkelsåg används. Kravet som uppstår vid användning av en kniv är att kraften som röret matas fram av bör vara betydligt större än om en såg används. Ett bra alternativ vore om man kunde använda sig av pneumatik även här eftersom fastspänningen av röret inför kapningen högst troligt kommer att ske med pneumatiska cylindrar.

4.6 Styrning

För att automaten skall kunna fungera krävs någon typ av programmerbar styrning så att alla delfunktioner utförs i rätt tillfälle och på rätt sätt. Via skolan har jag haft goda möjligheter att bekanta mig med programmering av en så kallad PLC som vore ypperlig att använda i detta fall.

PLC är en förkortning från engelskans Programmable Logic Controller. Denna typ av programmerbara enhet används idag i mycket stor utsträckning inom industrier och maskiner. De första som konstruerades var ämnade att ersätta olika relä system. Största skillnaden mellan normala datorer och PLC:n är konstruktionen, som är mycket mer robust hos en PLC. Man har även möjlighet att använda sig av ett stort antal in- och utgångar, dit en mängd olika typer av sensorer och aktuatorer kan anslutas. Programmeringen sker oftast på en dator och överförs därefter till PLC:n, ofta kan en enda enhet ersätta tusentals reläer. Genom att mata in signaler genom olika sensorer kan man programmera PLC:n till vad som skall utföras när dessa är aktiva. (Programmable Logic Controller, 2013)

I mitt fall, som exempel på hur användbar denna typ av enhet är, tänkte jag förklara hur den kan fås att sköta mätningen av röret, i detta fall med hjälp av en induktiv sensor. Induktiva sensorn kräver som bekant ett elektriskt ledande föremål för att kunna ge ut en signal. En lösning för att få ut on/off- signaler på en roterande skiva är att tillverka en så kallad triggerplatta som vid första anblicken liknar ett kugghjul, se figur 11. Om induktiva sensorn placeras korrekt kommer den att ge en on- signal vid en topp och en off- signal i en dal. Längden av röret kan därefter mätas då man vet hur långt det förflyttar sig jämfört med hur många toppar som sensorn räknar till. Om rörets längd önskas vara t.ex. 800 mm aktiveras brytaren för den längden som sänder information till PLC:n som i sin tur vet att precis så många toppar skall räknas innan transportbandet stoppas. Om flera olika längder önskas vara förprogrammerade, är det bara att ansluta fler brytare och tala om för PLC:n hur många toppar som skall räknas när en viss brytare aktiveras.



Figur 11. Olika typer av triggerplattor.

5 Lösningar

I detta kapitel kommer jag att presentera möjliga lösningar på de sex olika processerna automaten bör utföra. Dessa lösningar kommer sedan att kombineras beroende på vilken som är mer fördelaktig. När en bra kombination valts har man en fungerande struktur, och kan sedan påbörja detaljplaneringen. Kombinationen väljs utgående från en lista där man ställer upp alla lösningar och ser hur väl de uppfyller olika kriterier. De lösningar som får flest positiva anmärkningar väljs sedan i kombination med resten.

5.1 Kombination av lösningar

Nedan i tabell 2. har jag sammanställt en lista med möjliga lösningar för de olika delprocesserna. Alla föreslagna lösningar borde i teorin vara möjliga att kombinera. Viktiga aspekter som bör tas i beaktande i detta steg är:

- Kombinera endast kompatibla delfunktioner.
- Sök i första hand lösningar som uppfyller kraven och dessutom ser ut att landa inom gränserna angående budget.
- Att man koncentrerar sig på lovande lösningar och försöker hitta orsaker till varför dessa föredras före andra.

(Engineering Design, s. 185)

Tabell 2. Kombinationsstruktur

Lösning		1	2	3	4
Delfunktion					
A	Frammatning	TigerStop	Transportband, V-formade rullar o. elmotor	Transportband, V- format band o. elmotor	Transportband, koniska rullar o. elmotor
B	Mätning	TigerStop	Laser	Mekanisk gränslägesbrytare	Induktiv sensor
C	Fastspänning	Lodrät pneumatisk cylinder med V- fäste	Pneumatiska "armar"	Lodrät pneumatisk rörklämma	Vågrät fastspänning
D	Kapning	Bandsåg SJC630			
E	Frammatning	Elmotor	Hydraulisk cylinder	Transportband, samma som används ovan	Pneumatisk cylinder
F	Slitsning	Kniv	Cirkelsåg	Uppvärmad kniv	

Nästa steg är att göra en lista med alla delfunktioner presenterade. I denna lista jämförs sedan lösningarna mot olika kriterier och genom utvärdering fås sedan den mest passande lösningen. En stor fördel när urvalstabellen sammanställs och genomförs är att flera personer tillsammans diskuterar orsaken till de beslut som görs. I tabell 3. har jag sammanställt urvalstabellen. För att göra tabellen mer överskådlig har jag angett lösningarna namn som exempelvis A1, A2 osv. som hänvisar till kombinationsstrukturen ovan.

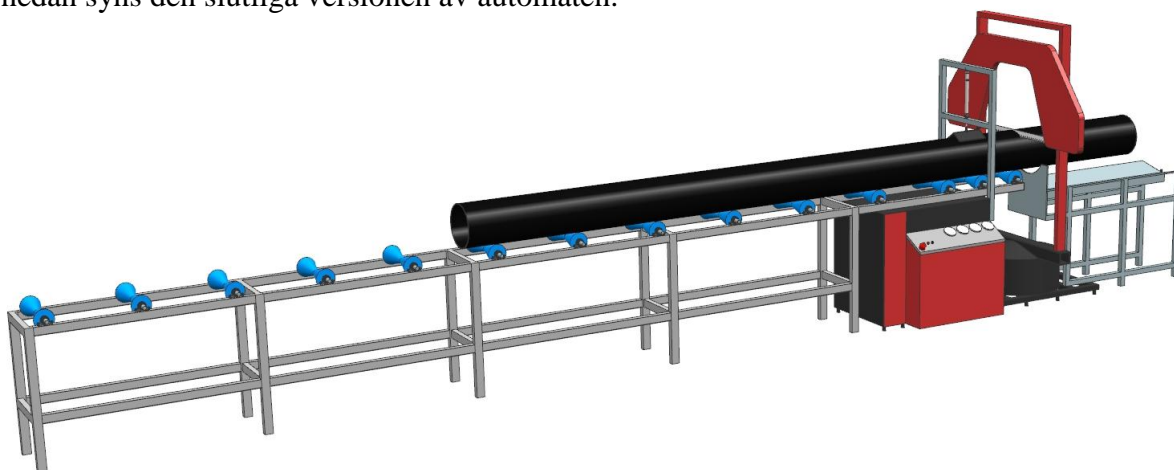
Tabell 3. Urvalstabell.

Urvalstabell									
Varianter av lösningar	Nummer	Lösningar utvärderade genom:							Val
		Urvalskriterier							
		(+) Uppfyller kriterierna							
		(-) Uppfyller ej kriterierna							
		(?) Information saknas							
		(!) Granska kravlistan							
		Garanterad kompatibilitet							
		Uppfyller alla krav							
		Realistisk lösning							
		Kostnad							
Säkerhet									
Tillräcklig information									
Anmärkningar									
A1	1	+	+	+	-	?	-	Dyr	-
A2	2	+	+	+	+	?	+		+ (?)
A3	3	-	+	-	+	?	-	Orealistisk	-
A4	4	-	+	+	+	?	+	Större risk att röret blir felplacerat	-
B1	5	+	+	+	-	+	+	Dyr	-
B2	6	-	+	+	+	?	-		-
B3	7	-	-	+	+	+	+	Problematisks när olika längder sågas	-
B4	8	+	+	+	+	+	+	Billig, tillräcklig noggrannhet	+
C1	9	+	+	+	+	?	+	Enkel lösning	+ (?)
C2	10	-	+	?	+	?	-	Orealistisk	-
C3	11	?	-	+	+	?	-		- (?)
C4	12	-	+	+	+	?	+	Svårt att konstruera	-
D	13	+	+	+	?	+	+	Enda valmöjligheten	+
E1	14	+	+	+	+	?	-		+ (?)
E2	15	+	-	-	-	?	+		-
E3	16	-	?	-	+	?	+		- (?)
E4	17	-	+	?	+	?	+		?
F1	18	?	+	+	+	?	-	Borde testas i praktiken	+ (?)
F2	19	-	+	+	-	-	+		-
F3	20	?	+	?	?	?	-	Orealistisk	?

Från urvalstabellen kan man dra slutsatsen att några lösningar är mer fördelaktiga än andra. De delfunktioner som fått mest positiv kritik väljs ut och kombineras så att resultatet slutligen blir en fungerande helhet. I denna tabell kommer lösningarna med nummer 2, 8, 9, 13, 14 och 18 att väljas ut för fortsatt planering.

5.2 Slutliga lösningen

När en slutlig kombination av lösningar valts kan helhetens planering påbörjas. Önskemålet från KWH var att få en skiss på slutresultatet och de viktigaste måtten presenterade i en ritning. Det var väldigt svårt att få nödvändig information om sågen av tillverkaren. Endast några få mått kunde ges ut, vilket gjorde det svårt för mig att rita hela enheten. De mått jag inte fick reda på har jag själv försökt anta och uppskatta relativt till resten av sågens delar, så att man får en överskådlig bild av hela automaten. I figur 12. nedan syns den slutliga versionen av automaten.



Figur 12. 3D-modell på automaten.

5.2.1 Transportbandet

Transportbandet skulle tillverkas med koniska rullar som presenterats tidigare i arbetet. Dessa skulle sedan sammankopplas med hjälp av en lång kedja på kugghjul som sedan vore fäst i en elmotor. Om alla rullar kopplades till matningen är risken för att det skall slira mot röret väldigt liten, även när transportbandet startas och stoppas borde accelerationen ske relativt långsamt. När röret sedan passerar en sensor, startas mätningen som utförs på triggerskivan. Beroende på vilken längd röret skall kapas till, stannar transportbandet efter ett antal kuggar har räknats. Något som bör tas i beaktande vid programmering av PLC:n, vid mätningen, är att rör med mindre dimension kommer att förflyttas lite långsammare på transportbandet än stora. Detta beror på att rullarna är koniska, vilket gör att diametern som ett litet rör roterar mot är mindre än hos ett stort.

5.2.2 Fastspänning

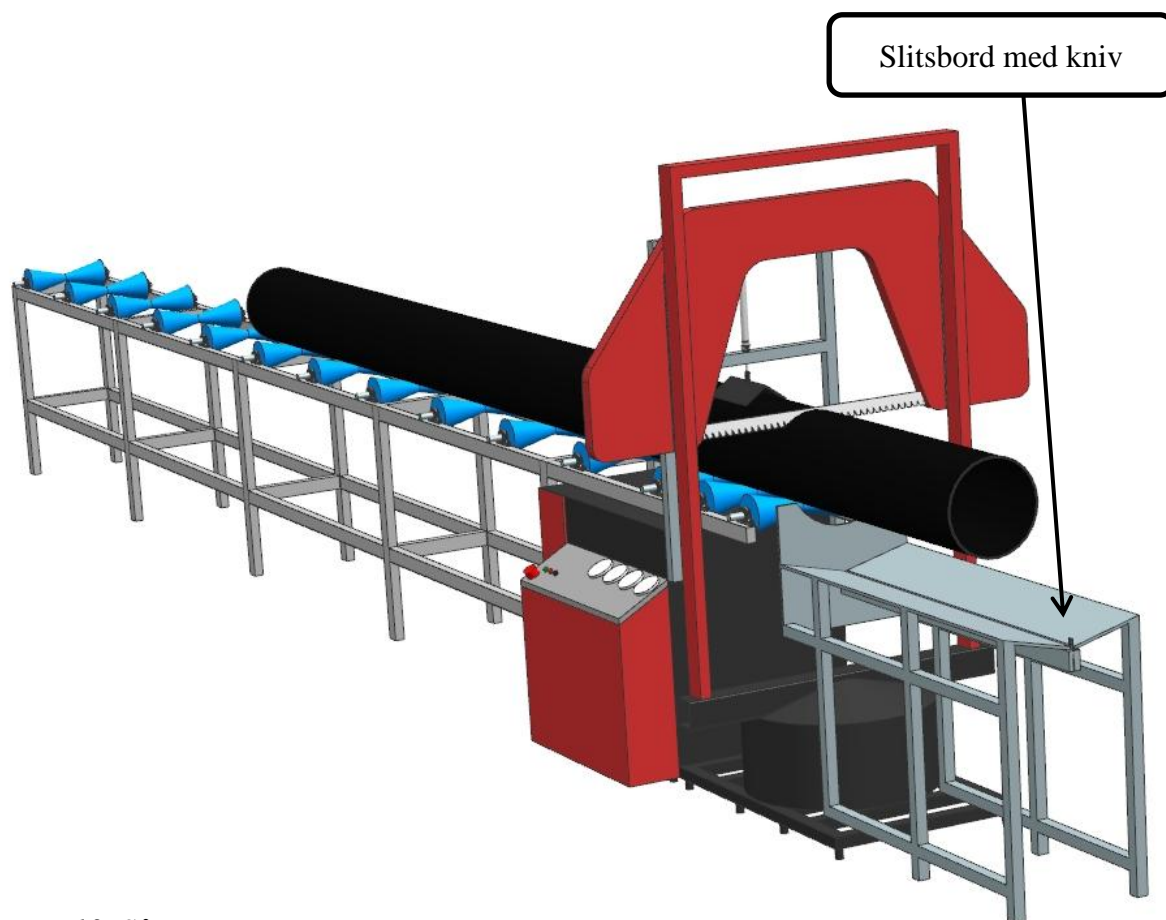
I samband med att transportbandet stannat på rätt plats, aktiveras en pneumatisk cylinder som trycker fast röret mot de sista rullarna närmast sågen. Lufttrycket begränsas så att inte röret deformeras allt för mycket vid fastspänningen. En cylinder som vore lämplig hittades via tillverkaren Festo som har väldigt stort utbud av pneumatisk utrustning. Den cylinder jag använt mig av har en slaglängd på 320 mm, vilket räcker mer än väl till den största dimensionen i kravlistan.

5.2.3 Kapning

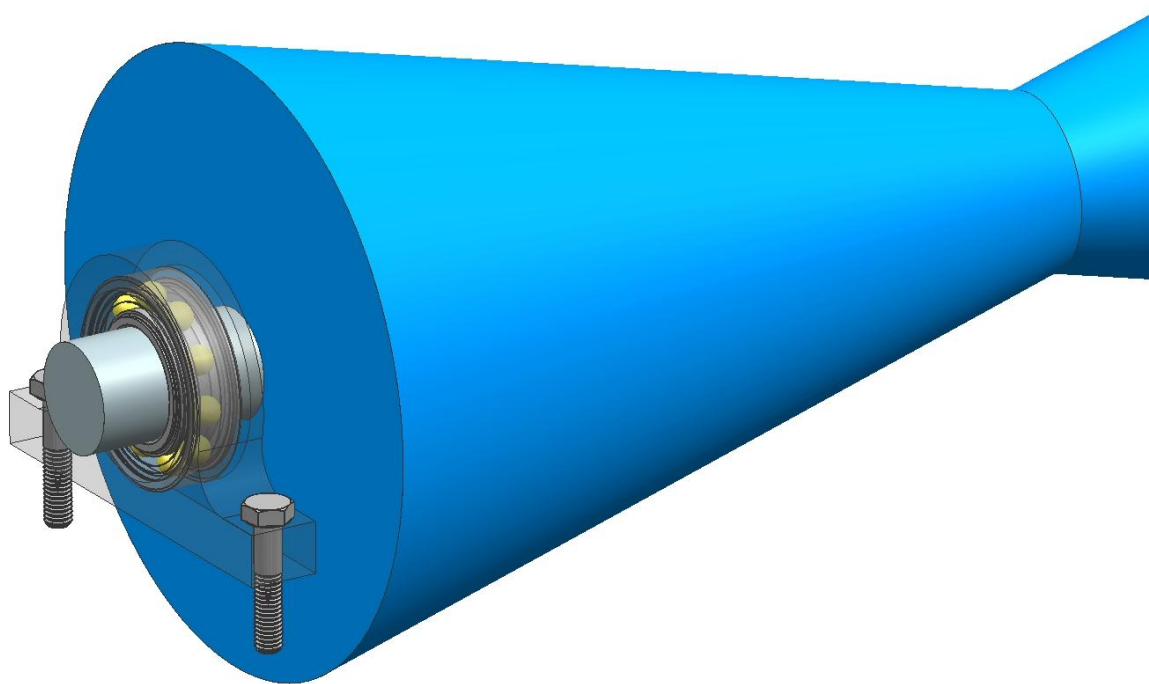
Då röret är ordentligt fastspänt, kör sågen ner mot röret med snabbförflyttning. Sågbladet startas samtidigt som önskad matning aktiveras i närheten av röret. Röret kapas av och blivande holken blir att vila på bordet där slitsningen skall utföras. Sågen förflyttas tillbaka till sitt högsta läge.

5.2.4 Slitsning

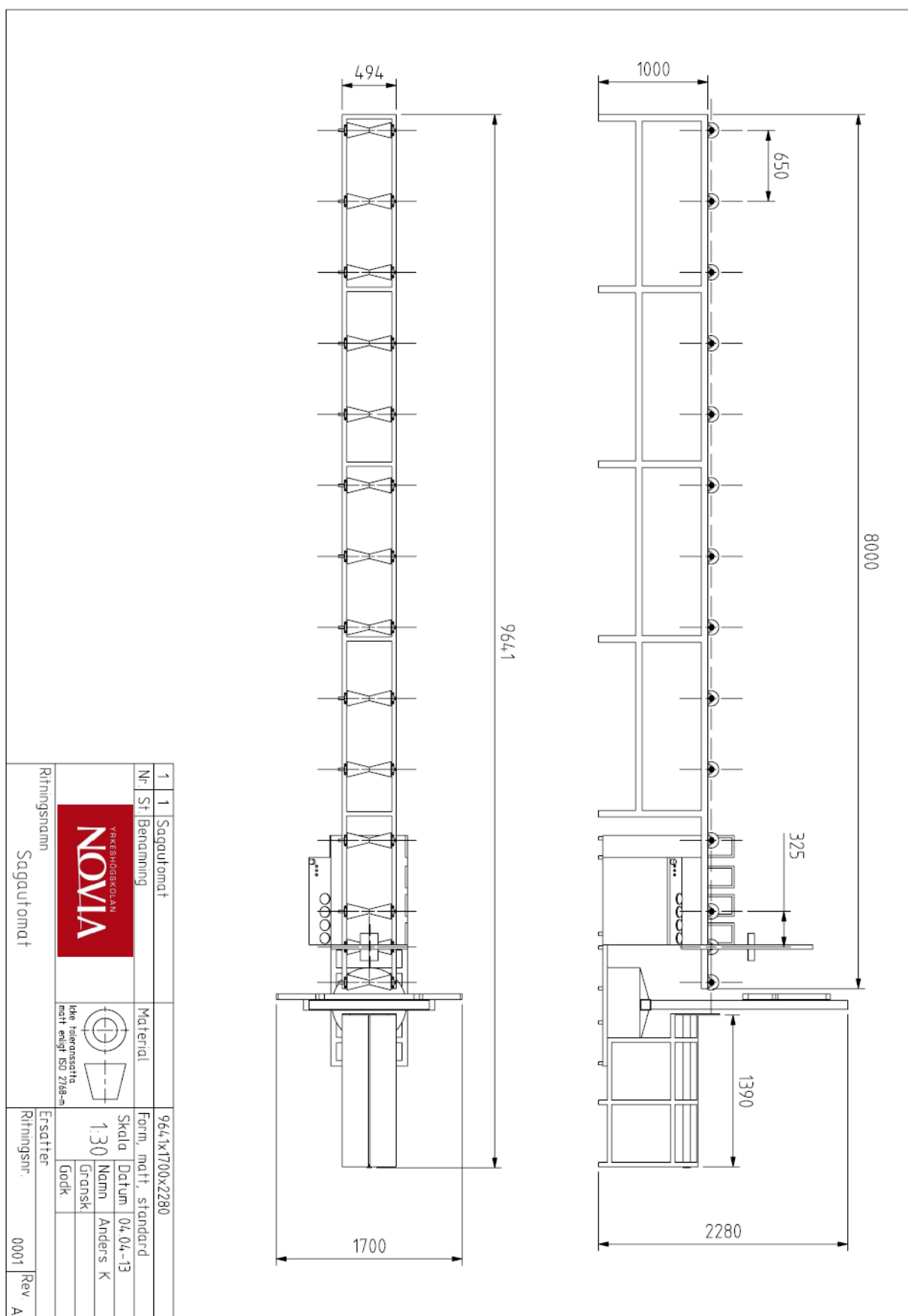
Då röret kapats av och hamnat på bordet för slitsning, antingen genom programmering, att långa delen av röret skulle knuffa fram blivande holken på plats, eller konstruera så att röret direkt faller på rätt ställe. När en sensor känner av att röret är på plats, startas elmotorn som driver en vass kniv mot röret. Kniven pressas genom röret som vilar mot en stor plåt i andra änden. Kniven körs lite förbi änden av röret så att den får tag i kanten och i samband med att den körs till ursprungsläge skulle röret följa med och tas bort från automaten. I figur 13. visas en annan vy av automaten där slitsbordet med kniv syns bättre.



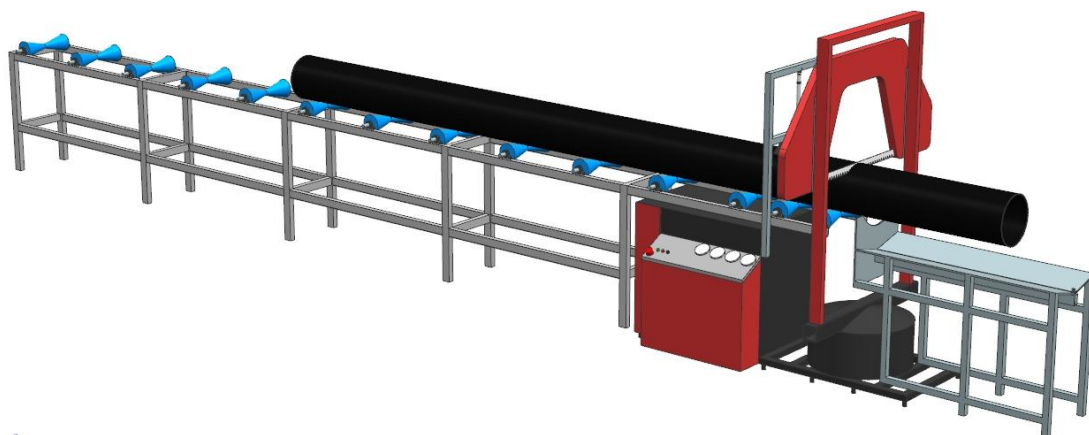
Figur 13. Sågautomat.



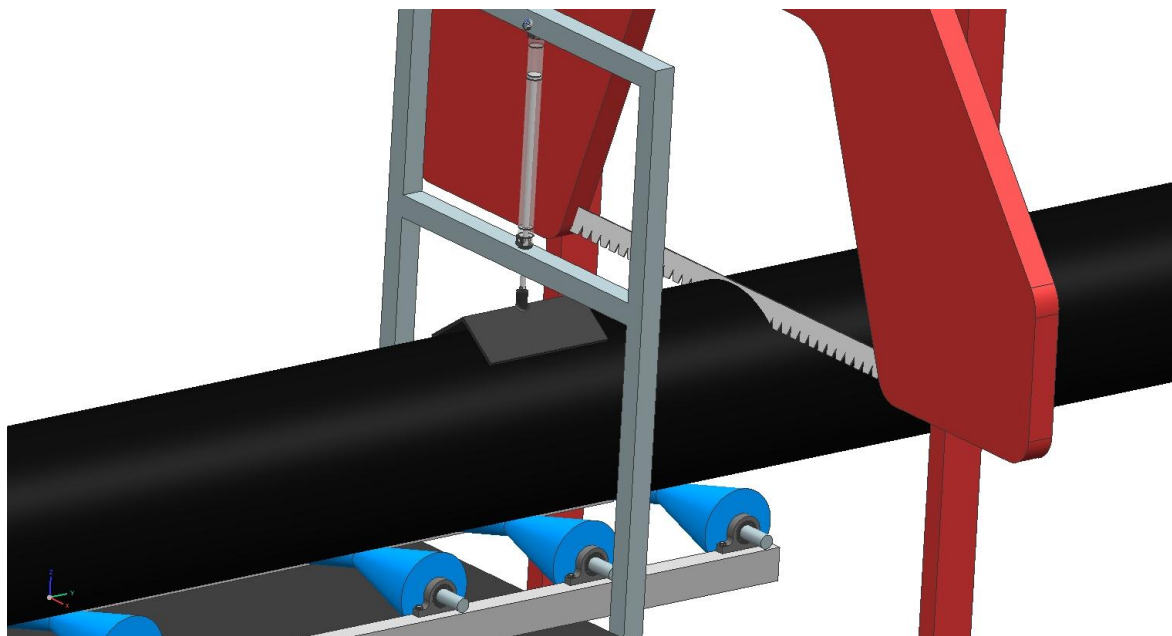
Figur 14. Rulle med lager och lagerhållare.



Figur 14. Ritning.



Figur 15. Sågautomat



Figur 16. Pneumatisk cylinder

6 Utvärdering

I detta kapitel har jag försökt utvärdera resultatet av detta arbete. Eftersom hela arbetet från början baserade sig på teoretisk konstruktion är det väldigt svårt att veta hur den skulle fungera och se ut i användning. Det vore väldigt intressant att ha fått konstruera automaten praktiskt i samband med att examensarbetet framskridit. I sådana fall hade jag fått betydligt bättre inblick i hur alla komponenter passade ihop och att de fungerat i praktiken.

6.1 Funktion

Automaten har under hela arbetet konstruerats utifrån kravlistan och jag har inte stött på några större svårigheter med att uppfylla dessa krav. Eftersom sågen slutligen blev av modell större, borde automaten dessutom klara rördiametrar över kravet (331 mm). Sista delen i holkens produktion, dvs. slitsningen med kniv, borde testas i praktiken före tillämpning. I övrigt tror jag att automaten klart vore till fördel vid produktion av holkarna på KWH.

6.2 Konstruktion

Automaten har byggts upp i NX där man enkelt kan anpassa de olika delarna till varandra. Avsikten med skissen är i huvudsak att man får en överblick hur de olika delarna ser ut och hur de placeras i förhållande till sågen. Automaten är kompatibel även med större dimensioner av rör än vad som presenteras i kravlistan. Egentligen är själva sågen begränsningen på hur stor diameter som kan sågas. Resten av delarna kan konstrueras så att även de stöder en större diameter.

6.3 Fortsatt forskning och förbättringsförslag

Eftersom automaten ännu är teoretiskt planerad och endast i stora drag utformad, finns det stora möjligheter till fortsatt forskning. Exempelvis kunde styrningen med hjälp av PLC utredas och programmeras. Även drivningen av rullarna med hjälp av elmotorn och en lång kedja kunde planeras.

Eftersom sågen endast kunde ritas baserad på ett fåtal mått från leverantören vore ett bra alternativ att få se sågen i verkligheten och mäta resten av de mått som behövs vid konstruktionen. Ritningarna kunde då användas i större utsträckning vid praktisk konstruktion. Även förslaget på hur rören skall slitas borde testas och analyseras i verkligheten före tillämpning, för att vara säker på att det fungerar. Som fortsättning på arbetet kunde man dela upp automaten i mindre delar och göra mer utförlig detaljplanering på dessa. Delarna kunde då optimeras, både med avseende på utseende och funktion.

6.4 Avslutning

Arbetet har hela tiden kretsat kring ett brett område och det finns väldigt många olika möjligheter till lösningar. Mitt förslag på konstruktionen kretsar såklart mest kring egna erfarenheter och idéer, vilket gör att en annan person troligen skulle ha föreslagit en annan design på automaten.

Själva arbetet har gett god insikt i ämnet konstruktionsteknik och hur dessa principer kan tillämpas i verkligheten. Stor del av arbetet gick ut på att planera och rita automaten i NX, vilket gjorde att kunskapen om programmet förbättrades avsevärt. Genom arbetet får man god insikt i hur lång process som skall genomföras, från en idé till en verklig produkt.

7 Källförteckning

About KWH Pipe (2008)

http://www.kwhpipe.com/English/About_KWH_Pipe (hämtat: 07.12.2012)

Uponor och KWH-koncernen offentliggör en fusion av sina infrastrukturverksamheter (2012/21.09)

http://www.kwhpipe.fi/Suomeksi/KWH_Pipe_Suomi/Uutiset (hämtat: 14.12.2012)

NX Overview Brochure (2013)

https://www.plm.automation.siemens.com/se_se/products/nx/8-5/for-design/index.shtml#lightview-close (hämtat: 01.03.2013)

Laseravståndsmätare (2012)

<http://sv.wikipedia.org/wiki/Laseravst%C3%A5ndsm%C3%A4tare> (hämtat: 04.01.2013)

Gränslägesbrytare (2013)

<http://sv.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%A4nsl%C3%A4gesbrytare> (hämtat: 06.01.2013)

Induktiv sensor (2012)

http://sv.wikipedia.org/wiki/Induktiv_sensor (hämtat: 04.01.2013)

Programmable logic controller (2013)

http://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller (hämtat: 08.02.2013)

Engineering Design (2007), *A systematic approach*. (Utgåva 3), Springer-Verlag London Limited 2007.